

Waist circumference references for children and adolescents from 6 to 18 year-old from the autonomous region of Madeira, Portugal

Referências para o perímetro da cintura de crianças e jovens dos 6 aos 18 anos de idade da região autónoma da Madeira, Portugal

Bruno Sousa^{1,2,3}, Bruno Mendes de Oliveira^{4,5}, José Luís Nunes³, Maria Daniel Vaz de Almeida^{4,6}

¹School of Sciences and Health Technologies, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, Portugal

²CBIOS – Research Center for Biosciences and Health Technologies

³Health Service of Autonomous Region of Madeira

⁴Faculty of Nutrition and Food Sciences of University of Porto

⁵LIAAD – INESC TEC, Porto

⁶GreenUporto Sustainable Agrifood Production

Email: bruno.sousa@mail.com

Abstract

Waist circumference (WC) has been associated with cardiometabolic diseases. We aim to develop WC references for age and gender in youngsters in Autonomous Region of Madeira, Portugal (RAM).

A cross-sectional study was developed in two phases. Between May 2004 and May 2005 (in 1st cycle schools) and between October 2007 and June 2009 (in 2nd and 3rd cycle, and secondary and professional schools). A representative sample of 6987 individuals was gathered, with 3532 girls and 3455 boys aged from 6 to 18 years old. WC was measured with a non-elastic tape at the midpoint between the iliac crest and the last rib. To elaborate smoothed percentiles and z-scores curves for age and gender, values were estimated between 72 and 225 months (every three months) using the LMS statistical procedure, with the exponent of the Box-Cox (L), the median (M), and coefficient of variation generalized (S) through LMSChartMaker software, version 2.76.

Mean and standard deviation and charts of smoothed percentiles curves (P3, P5, P10, P25, P50, P75, P85, P90, P95 and P97) and z-scores (-2, -1, 0, 1 and 2) are presented by age and gender.

These references constitute a new tool to assess cardiometabolic risk of RAM's children and adolescents.

Keywords: waist circumference, references, Madeira-Portugal, percentiles, children and adolescents

Resumo

O perímetro da cintura (PC) tem sido associado a doenças cardiometabólicas. O objetivo deste estudo foi desenvolver referências antropométricas para o PC, em função da idade e sexo para uma população jovem da Região Autónoma da Madeira, Portugal (RAM).

Este estudo transversal, foi realizado em duas fases - entre Maio de 2004 e Maio de 2005, nas escolas do 1.º ciclo, e entre Outubro de 2007 e Junho de 2009, nas escolas de 2º e 3º Ciclos, secundárias e profissionais. Esta amostra representativa de 6987 pessoas, inclui 3532 raparigas e 3455 rapazes dos 6 a 18 anos. O PC foi avaliado com uma fita não extensível no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela. Para elaborar as curvas de percentis e z-scores suavizados para idade e sexo, os valores foram estimados entre 72 e 225 meses (a cada três meses) utilizando o procedimento estatístico LMS, através do software LMSChartMaker, versão 2.76.

As médias e desvio-padrão, Figuras as curvas de percentis suavizados (P3, P5, P10, P25, P50, P75, P85, P90, P95 e P97) e z-scores (-2, -1, 0, 1 e 2) são apresentados por idade e sexo.

Estas referências constituem uma nova ferramenta para avaliar o risco cardiometabólico de crianças e adolescentes da RAM.

Palavras-chave: perímetro da cintura, referências, Madeira-Portugal, percentis, crianças e adolescentes

Introduction

Anthropometric parameters can be used as adiposity or body fat markers, and constitute health indicators in children and adolescents, not only to evaluate growth and nutritional status, but also to determine the risk of disease⁽¹⁾.

Waist circumference (WC) is an indicator of central fat and of cardiovascular risk. It is a specific measure of body fat and should be used to identify overweight and obese children who have the risk of developing metabolic complications⁽²⁾, which constitute a cardiometabolic risk indicator⁽³⁻⁵⁾. Measuring WC is a simple and non invasive task^(6,7).

There is a strong correlation between WC and fat distribution⁽⁸⁾, both visceral and subcutaneous fat⁽⁹⁾. Furthermore, there is a relationship between WC, obesity indexes, and metabolic risk factors, based on abdominal and subcutaneous adipose tissue measured by Axial TomoFigurey or Magnetic Resonance Imaging. A positive correlation between intra-abdominal adipose tissue and insulin resistance in obese adolescents and in prepubertal children with high body fat has been found. Furthermore, visceral adiposity and insulin resistance are likely to have their origin in childhood⁽¹⁰⁾.

Central body fat is a risk factor for metabolic complications since large central fat deposition is associated with less favorable concentrations of plasma lipoprotein and high blood pressure in children and adolescents⁽¹¹⁾. Abdominal obesity, with visceral fat deposition, is associated with an increased risk of metabolic complications such as hyperlipidemia and diabetes^(12,13).

It is recognized that visceral adipose tissue correlates positively with LDL-cholesterol, triglycerides, and insulin, but negatively with HDL-cholesterol (14,15).

Freedman et al., found anomalies in lipid and insulin concentrations to be correlated with WC in young people⁽¹⁶⁾.

Due to the importance of WC⁽⁵⁻⁷⁾ in the determination of cardiometabolic risk, it is important to develop anthropometric references that reflect the characteristics of the population to which the individual(s) to be evaluated belong⁽¹⁷⁾. Since there are only references for the population of mainland Portugal and the Autonomous Region of Azores, the purpose of this research is to develop anthropometric WC references for children and young people of the Autonomous Region of Madeira. Therefore, the main objective of this study was to develop anthropometric references for the WC by sex and age, based on representative data of the population with ages between 6 and 18 years of the Autonomous Region of Madeira. We also intended to compare these refer-

Introdução

Os parâmetros antropométricos podem ser usados como marcadores de adiposidade ou de distribuição da gordura corporal, e constituem indicadores de saúde, nomeadamente nas crianças e adolescentes, não só para avaliar o crescimento e o estado nutricional, mas também para determinar o risco de doença⁽¹⁾.

O perímetro da cintura (PC) é um indicador da gordura central e fator de risco cardiovascular. Trata-se de uma medida específica da gordura corporal e deve ser utilizada para identificar crianças com excesso de peso e obesidade, com risco de desenvolver complicações metabólicas⁽²⁾, constituindo assim um indicador do risco cardiometabólico⁽³⁻⁵⁾. A medição do PC é simples e não invasiva^(6,7).

Existe uma forte correlação entre o PC e a distribuição de gordura⁽⁸⁾, tanto na gordura visceral como na subcutânea⁽⁹⁾. Além disso, há uma relação entre o PC e os índices de obesidade e fatores de risco metabólicos, baseados em medições diretas dos tecidos adiposos intra e subcutâneo abdominais por Tomografia Axial Computorizada ou Ressonância Magnética. Encontra-se também documentada uma correlação positiva entre o tecido adiposo intra-abdominal e insulinoresistência em adolescentes obesos e em crianças na pré-puberdade com gordura corporal elevada. É referido ainda que a adiposidade visceral e a insulinoresistência têm provavelmente a sua origem na infância⁽¹⁰⁾.

A gordura corporal central é assim um fator de risco para complicações metabólicas, estando a grande deposição de gordura a nível central associada a padrões menos favoráveis de concentrações plasmáticas de lipoproteínas e com a pressão sanguínea elevada em crianças e adolescentes⁽¹¹⁾.

A obesidade abdominal, com deposição de gordura visceral, está associada a um risco aumentado de complicações metabólicas como a hiperlipidemia e a diabetes^(12,13).

É reconhecido que o tecido adiposo visceral se correlaciona positivamente com colesterol-LDL, triglicéridos e insulina, porém negativamente com colesterol-HDL^(14,15).

Freedman et al, afirmam mesmo que as anomalias nas concentrações lipídicas e de insulina estão correlacionadas com o PC nos jovens⁽¹⁶⁾.

Face à importância do PC⁽⁵⁻⁷⁾ na determinação de risco cardiometabólico, assume relevância desenvolver referências antropométricas que reflitam as características da população em que se insere o(s) indivíduo (s) que se pretende(m) avaliar⁽¹⁷⁾. Como em Portugal só existem referências para a população de Portugal Continental e

ences with those currently in use in RAM: the British⁽²²⁾ and mainland Portugal⁽²³⁾.

Material and methods

The study population consists of people aged from 6 to 18 years living in RAM. The sample is representative of the school population of the 1st, 2nd and 3rd cycles of basic education, secondary and professional education in this region (public and private). The population was obtained through a random selection of 1st cycle classes of the 2003/2004 and 2004/2005 school years and of the remaining levels of education (2nd and 3rd cycles of primary, secondary and professional schools) related to the 2007/2008 and 2008/2009 school years. From 50 1st cycle schools, 128 classes were selected, along with 269 classes from 35 schools of the remaining levels of education, in a total of 8014 people. Permission to participate was granted from parents and/or guardians of 7249 young people (90.5%).

Considering the exclusion criteria (acute illness at the time of evaluation; non-pathological situations that affect anthropometric parameters, such as pregnancy; conditions that affect growth), some children/adolescents (n=262) were not included in this study. Specifically, 202 children/adolescents with acute disease at the time of the evaluation, those who were pregnant (n=2), and those with clinical conditions that affected growth (n=58) were excluded from this study. To summarize, our sample was made of a total of 6987 children/adolescents: 3532 girls and 3455 boys. This is a cross-sectional study, approved by the Regional Education Direction, and developed in two phases: the first between May 2004 and May 2005 (in elementary schools) and the second between October 2007 and June 2009 (in primary and secondary schools and in the 2nd and 3rd cycles of basic education schools). Informed consents were also obtained from the parents or guardians of the children and adolescents, and the anonymity and confidentiality of the data was ensured. After this authorization, parents or guardians were asked to complete a questionnaire about the child/adolescent.

The participants' consent was obtained and collection

da Região Autónoma dos Açores, que o propósito desta investigação é desenvolver referências antropométricas para o PC para as crianças e desta faixa etária da Região Autónoma da Madeira. Constituiu portanto objetivo central deste estudo, desenvolver referências antropométricas para o PC por sexo e idade, baseadas em dados representativos da população com idades entre os 6 e os 18 anos da Região Autónoma da Madeira. Pretendemos também verificar a concordância com as referências atualmente em uso na RAM: as Britânicas⁽²²⁾ e as de Portugal Continental⁽²³⁾.

Material e métodos

A população estudada é constituída por jovens dos 6 aos 18 anos de idade, residentes na RAM.

A amostra é representativa da população escolar dos 1^o, 2^o e 3^o ciclos do ensino básico, secundário e profissional desta região (público e privado). Foi obtida através de uma seleção aleatória das turmas de 1^o ciclo relativa aos anos letivos 2003/2004 e 2004/2005, e das turmas dos restantes níveis de ensino (2^o e 3^o ciclos do ensino básico, secundário e profissional) relativas aos anos letivos 2007/2008 e 2008/2009. Foram assim selecionadas 128 turmas de 50 escolas do 1^o ciclo e 269 turmas, de 35 escolas dos restantes níveis de ensino, num total de 8014 jovens. A autorização para participar foi concedida pelos responsáveis/encarregados de educação de 7249 jovens (90,5%).

Tendo em consideração os critérios de exclusão (doença aguda no momento da avaliação; situações não patológicas que afetem os parâmetros antropométricos, como por exemplo gravidez; condições específicas de saúde que afetem o crescimento), algumas crianças/jovens (n=262) não foram incluídos neste trabalho. Assim, foram excluídos 202 crianças/jovens com doença aguda no momento da avaliação, as que se encontravam grávidas (n=2), e os que apresentavam situações clínicas que afetavam o crescimento (n=58).

A nossa amostra é assim constituída por um total de 6987 crianças/jovens, sendo 3532 raparigas e 3455 rapazes.

Trata-se de um estudo transversal, desenvolvido em duas fases. A primeira entre maio de 2004 e maio de 2005 (nas escolas de 1^o ciclo) e a segunda entre outubro de 2007 e junho de 2009 (nas escolas de 2^o e 3^o ciclos do ensino básico e nas escolas do ensino secundário e profissional), tendo sido aprovado pela Direção Regional de Educação. Foi também obtido o consentimento informado dos pais ou encarregados de educação das crianças e jovens, tendo sido assegurado o anonimato e a confidencialidade dos dados.

of anthropometric data was performed in schools, always by the same researcher, trained for this purpose, using the standardized procedures to evaluate this parameter. The child/adolescent was standing comfortably, with his weight evenly distributed by both feet, separated 25 to 30 cm from each other. The measurement was performed with a non-extendable tape at the midpoint between the last rib and the iliac crest, in an horizontal plan, at the end of a normal exhalation and recorded up to 0.1 cm^(18,19).

The sample was divided into intervals of 6 months in the age groups of 6-6.5; 6.5-7;18.5-19 years old as well as by gender. In order to elaborate the percentiles and z-scores curves smoothed for age and gender, the values were estimated between 72 and 225 months (at 3 months intervals) using the procedure with the exponent of the Box-Cox transformation (L), the median (M) and the coefficient of generalized variation (S), through the program LMSChartMaker Light, version 2.76⁽²⁰⁾.

The data is presented in absolute and relative frequencies, in the case of categorical variables, as well as, in the case of continuous variables, in mean and SD, percentiles 3, 5, 10, 25, 50, 75, 85, 90, 95, 97 and z-scores -2, -1, 0, 1 and 2.

The data was processed and analyzed with IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences, version 22) and Microsoft Excel 2011 for Windows.

Results

Sample characterization

Of the 6987 subjects included in this study, 480 were 6 years old, 537 were 7 years, 584 were 8 years, 543 were 9 years, 598 were 10 years, 490 were 11 years, 530 were 12 years, 590 were 13 years, 651 were 14 years, 613 were 15 years, 549 were 16 years, 534 were 17 years and the remaining 289 were included in the group of 18 years (Table 1).

Most of these young people, 89.3% (n=6240) were born in RAM, 2.0% (n=143) from another national place (mainland Portugal or Autonomous Region of the Azores) and 8.6% (n=604) from other countries, especially where there are strong Madeiran communities. Of

Após esta autorização, foi solicitado aos pais ou encarregados de educação o preenchimento de um questionário relativo a algumas informações sobre a criança/jovem e seus pais.

Foi obtido dos participantes o consentimento, e a recolha dos dados antropométricos realizada nas escolas, sempre pelo mesmo investigador, treinado para o efeito, utilizando os procedimentos padronizados para avaliar este parâmetro. A criança ou adolescente estava confortável, com o seu peso uniformemente distribuído por ambos os pés separados 25 a 30 cm entre si. A medição foi realizada com uma fita não extensível ao nível do ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca, num plano horizontal e no final de uma normal expiração e registada até 0,1cm^(18,19)

A amostra foi dividida em intervalos de amplitude de 6 meses nos grupos etários de [6 ; 6,5[a [18,5 ; 19[anos, assim como por sexo.

Para elaborar as curvas de percentis e z-scores suavizadas para idade e sexo, os valores foram estimados entre os 72 e os 225 meses (em intervalos de 3 meses) utilizando o procedimento estatístico LMS, com o expoente da transformação Box-Cox (L), a mediana (M) e o coeficiente de variação generalizado (S), através do programa LMSChartMaker Light, versão 2.76⁽²⁰⁾.

Os dados são apresentados em frequências absolutas e relativas, no caso das variáveis categóricas, bem como, no caso das variáveis contínuas, em média e DP, percentis 3, 5, 10, 25, 50, 75, 85, 90, 95, 97 e z-scores -2, -1, 0, 1 e 2.

Os dados foram processados e analisados em computador, utilizando os programas IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versão 22) e Microsoft Excel 2011 para Windows.

Resultados

Caracterização da amostra

Dos 6987 indivíduos incluídos neste estudo, 480 tinham 6 anos de idade, 537 incluíam-se no grupo 7 anos, 584 nos 8 anos, 543 nos 9 anos, 598 nos 10 anos, 490 nos 11 anos, 530 nos 12 anos, 590 nos 13 anos, 651 nos 14 anos, 613 nos 15 anos, 549 nos 16 anos, 534 nos 17 anos e os restantes 289 incluíam-se no grupo dos 18 anos (Tabela 1).

A grande maioria destes jovens, 89,3% (n=6240) são naturais da RAM, 2,0% (n=143) de outro local nacional (Portugal Continental ou Região Autónoma dos Açores) e 8,6% (n=604) de outros países, principalmente onde existe uma assinalada comunidade madeirense. Destes,

Table 1/ Tabela 1 - Distribution by age group and gender/ Distribuição por grupo etário e sexo

Age group (years)/ Grupo etário (anos)	Gender/ Género		Total
	Girls/ raparigas	Boys/ rapazes	
6-7[252	228	480
7-8	257	280	537
8-9	269	315	584
9-10	236	307	543
10-11	291	307	598
11-12	238	252	490
12-13	273	256	529
13-14	314	276	590
14-15	329	322	651
15-16	320	293	613
16-17	295	254	549
17-18	289	245	534
18-19	169	120	289
Total	3532	3455	6987

these, 224 were from Venezuela, 149 from England, 95 from South Africa, 37 from Brazil and 31 from France. The majority of the them lived in Funchal (37.8%), followed by Câmara de Lobos (17.3%), Santa Cruz (13.1%), Machico (9.6%) and Ribeira Brava (6.5%). All other counties are represented in the sample, but with a lower percentage, because they also have a lower population size. In this study, all 54 parishes of the Autonomous Region of Madeira were represented, with São Martinho (9.5%), Santo António (9.2%) and Caniço (7.1%) having a higher number of children and young people.

Anthropometric references

Considering the objectives of the present study, the references for WC for age and gender, of children/adolescents from 6 to 18 years of RAM were determined by percentiles and z-scores (Tables 2 to 9 and Figures 1 to 4).

Table 10 shows the values (non smoothed) of WC by age and gender, before the application of the LMS method.

The values of the references for boys are consistently higher than for girls from 9 years old onwards, although prior to this age reference values are slightly higher in girls (Figures 5 and 6).

These results show that it is from the age of 9 that a higher WC characteristic in males is found.

224 são naturais da Venezuela, 149 de Inglaterra, 95 da África do Sul, 37 do Brasil e 31 da França.

A maior parte residia no Concelho do Funchal (37,8%), sendo seguido por Câmara de Lobos (17,3%), Santa Cruz (13,1%), Machico (9,6%) e Ribeira Brava (6,5%). Todos os outros concelhos estão representados na amostra, contudo com uma menor percentagem, por também terem um menor efetivo populacional. Neste estudo estão representadas todas as 54 Freguesias da RAM, sendo as de São Martinho (9,5%), Santo António (9,2%) e Caniço (7,1%) as que apresentam um maior número de crianças e jovens.

Referências antropométricas

Considerando os objetivos do presente estudo, foram determinadas as referências para o PC e para ambos os sexos, de crianças/jovens dos 6 aos 18 anos de idade da RAM, por percentis e por z-scores (Tabelas 2 a 9 e Figuras 1 a 4).

Na Tabela 10 encontram-se os valores (não suavizados) do PC por idade e sexo, antes da aplicação do método LMS.

Os valores das referências para os rapazes são sempre superiores aos das raparigas, a partir dos 9 anos, o que até esta idade não se verifica, sendo mesmo ligeiramente superiores nas raparigas (Figuras 5 e 6).

Estes resultados demonstram que é a partir dos 9 anos de idade que se começa a evidenciar o maior PC característico dos indivíduos do sexo masculino.

Table 2/ Tabela 2 - L, M, and S parameters and WC (cm) smoothed percentiles by age for boys (6 – 12.5 years)/ Parâmetros L, M e S e percentis suavizados para o PC (cm) por idade de rapazes (6 – 12.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	P3	P5	P10	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
6.0	-3.09	57.3	0.09	50.3	51.0	52.1	54.3	57.3	61.0	63.5	65.5	68.9	71.5
6.5	-3.09	58.4	0.09	51.6	52.3	53.6	56.1	59.5	63.9	66.9	69.4	73.7	77.3
7.0	-3.09	59.5	0.10	52.8	53.7	55.1	57.8	61.6	66.7	70.3	73.3	78.8	83.5
7.5	-3.09	60.6	0.10	54.1	55.0	56.5	59.4	63.6	69.3	73.5	77.0	83.7	89.6
8.0	-3.09	61.6	0.10	55.2	56.2	57.8	60.9	65.4	71.6	76.1	80.0	87.6	94.7
8.5	-3.09	62.6	0.11	56.4	57.4	59.0	62.2	66.9	73.3	78.1	82.2	90.3	97.9
9.0	-3.09	63.6	0.11	57.7	58.7	60.4	63.6	68.3	74.8	79.6	83.6	91.6	99.0
9.5	-3.09	64.5	0.12	50.3	51.0	52.1	54.3	57.3	61.0	63.5	65.5	68.9	71.5
10.0	-3.09	65.4	0.12	51.6	52.3	53.6	56.1	59.5	63.9	66.9	69.4	73.7	77.3
10.5	-3.09	66.1	0.12	52.8	53.7	55.1	57.8	61.6	66.7	70.3	73.3	78.8	83.5
11.0	-3.09	66.9	0.12	54.1	55.0	56.5	59.4	63.6	69.3	73.5	77.0	83.7	89.6
11.5	-3.09	67.6	0.12	55.2	56.2	57.8	60.9	65.4	71.6	76.1	80.0	87.6	94.7
12.0	-3.09	68.3	0.12	56.4	57.4	59.0	62.2	66.9	73.3	78.1	82.2	90.3	97.9
12.5	-3.09	69.0	0.12	57.7	58.7	60.4	63.6	68.3	74.8	79.6	83.6	91.6	99.0

Table 3/ Tabela 3 - L, M, and S parameters and WC (cm) smoothed percentiles by age for boys (13 – 18.5 years)/ Parâmetros L, M e S e percentis suavizados para o PC (cm) por idade de rapazes (13 – 18.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	P3	P5	P10	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
13.0	-3.09	69.7	0.11	59.2	60.2	61.9	65.1	69.7	76.0	80.6	84.4	91.8	98.4
13.5	-3.09	70.4	0.11	60.9	61.9	63.5	66.7	71.1	77.1	81.4	84.9	91.4	97.0
14.0	-3.09	71.1	0.11	62.5	63.5	65.1	68.2	72.5	78.1	82.0	85.2	91.0	95.8
14.5	-3.09	71.8	0.10	64.1	65.0	66.6	69.6	73.7	79.1	82.7	85.6	90.9	95.0
15.0	-3.09	72.5	0.10	65.5	66.4	67.9	70.9	74.9	80.1	83.5	86.2	91.0	94.8
15.5	-3.09	73.1	0.10	66.7	67.6	69.1	72.1	76.0	81.0	84.4	87.0	91.5	95.1
16.0	-3.09	73.7	0.09	59.2	60.2	61.9	65.1	69.7	76.0	80.6	84.4	91.8	98.4
16.5	-3.09	74.3	0.09	60.9	61.9	63.5	66.7	71.1	77.1	81.4	84.9	91.4	97.0
17.0	-3.09	74.9	0.09	62.5	63.5	65.1	68.2	72.5	78.1	82.0	85.2	91.0	95.8
17.5	-3.09	75.5	0.09	64.1	65.0	66.6	69.6	73.7	79.1	82.7	85.6	90.9	95.0
18.0	-3.09	76.0	0.09	65.5	66.4	67.9	70.9	74.9	80.1	83.5	86.2	91.0	94.8
18.5	-3.09	76.5	0.08	66.7	67.6	69.1	72.1	76.0	81.0	84.4	87.0	91.5	95.1

Table 4/ Tabela 4 - L, M, and S parameters and WC (cm) smoothed percentiles by age for girls (6 – 12.5 years)/ Parâmetros L, M e S e percentis suavizados para o PC (cm) por idade de raparigas (6 – 12.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	P3	P5	P10	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
6.0	-2.51	58.1	0.11	49.5	50.3	51.8	54.5	58.1	62.9	66.1	68.6	73.0	76.5
6.5	-2.51	59.1	0.11	50.9	51.8	53.3	56.1	60.0	65.1	68.6	71.3	76.2	80.1
7.0	-2.51	60.0	0.11	52.7	53.6	55.2	58.2	62.3	67.8	71.5	74.5	79.8	84.1
7.5	-2.51	61.1	0.11	54.2	55.2	56.8	60.0	64.3	70.0	73.9	77.0	82.7	87.2
8.0	-2.51	62.3	0.11	54.9	55.9	57.5	60.7	65.1	70.9	74.8	78.0	83.7	88.4
8.5	-2.51	63.5	0.11	55.1	56.1	57.8	60.9	65.3	71.0	75.0	78.1	83.7	88.3
9.0	-2.51	64.3	0.11	55.9	56.9	58.5	61.7	66.1	71.8	75.6	78.7	84.2	88.6
9.5	-2.51	64.8	0.11	49.5	50.3	51.8	54.5	58.1	62.9	66.1	68.6	73.0	76.5
10.0	-2.51	65.1	0.11	50.9	51.8	53.3	56.1	60.0	65.1	68.6	71.3	76.2	80.1
10.5	-2.51	65.2	0.11	52.7	53.6	55.2	58.2	62.3	67.8	71.5	74.5	79.8	84.1
11.0	-2.51	65.3	0.11	54.2	55.2	56.8	60.0	64.3	70.0	73.9	77.0	82.7	87.2
11.5	-2.51	65.6	0.11	54.9	55.9	57.5	60.7	65.1	70.9	74.8	78.0	83.7	88.4
12.0	-2.51	66.1	0.11	55.1	56.1	57.8	60.9	65.3	71.0	75.0	78.1	83.7	88.3
12.5	-2.51	66.7	0.11	55.9	56.9	58.5	61.7	66.1	71.8	75.6	78.7	84.2	88.6

Table 5/ Tabela 5 - L, M, and S parameters and WC (cm) smoothed percentiles by age for girls (13 – 18.5 years)/ Parâmetros L, M e S e percentis suavizados para o PC (cm) por idade de raparigas (13 – 18.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	P3	P5	P10	P25	P50	P75	P85	P90	P95	P97
13.0	-2.51	67.4	0.11	57.2	58.2	59.9	63.0	67.4	73.1	76.9	79.9	85.3	89.5
13.5	-2.51	68.1	0.11	58.5	59.5	61.2	64.3	68.7	74.3	78.0	81.0	86.2	90.3
14.0	-2.51	68.7	0.11	59.6	60.6	62.2	65.4	69.7	75.2	78.8	81.7	86.7	90.6
14.5	-2.51	69.2	0.10	60.4	61.4	63.0	66.1	70.4	75.7	79.3	82.1	86.9	90.6
15.0	-2.51	69.7	0.10	60.8	61.8	63.5	66.5	70.7	75.9	79.4	82.1	86.7	90.2
15.5	-2.51	70.1	0.10	61.1	62.1	63.7	66.8	70.8	75.9	79.3	81.9	86.3	89.7
16.0	-2.51	70.4	0.10	57.2	58.2	59.9	63.0	67.4	73.1	76.9	79.9	85.3	89.5
16.5	-2.51	70.6	0.10	58.5	59.5	61.2	64.3	68.7	74.3	78.0	81.0	86.2	90.3
17.0	-2.51	70.7	0.10	59.6	60.6	62.2	65.4	69.7	75.2	78.8	81.7	86.7	90.6
17.5	-2.51	70.8	0.10	60.4	61.4	63.0	66.1	70.4	75.7	79.3	82.1	86.9	90.6
18.0	-2.51	70.8	0.09	60.8	61.8	63.5	66.5	70.7	75.9	79.4	82.1	86.7	90.2
18.5	-2.51	70.9	0.09	61.1	62.1	63.7	66.8	70.8	75.9	79.3	81.9	86.3	89.7

Table 6/ Tabela 6 - Parameters L, M, and S and WC (cm) smoothed z-scores by age for boys (6 – 12.5 years)/ Parâmetros L, M e S e z-scores suavizados para o PC (cm) por idade de rapazes (6 – 12.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	z=-2	z=-1	z=0	z=1	z=2
6.0	-3.09	57.3	0.09	50.0	53.1	57.3	63.3	73.0
6.5	-3.09	58.4	0.09	51.2	54.7	59.5	66.6	79.4
7.0	-3.09	59.5	0.10	52.4	56.3	61.6	69.9	86.3
7.5	-3.09	60.6	0.10	53.6	57.8	63.6	73.0	93.4
8.0	-3.09	61.6	0.10	54.8	59.1	65.4	75.6	99.2
8.5	-3.09	62.6	0.11	56.0	60.4	66.9	77.6	102.9
9.0	-3.09	63.6	0.11	57.3	61.8	68.3	79.0	103.8
9.5	-3.09	64.5	0.12	50.0	53.1	57.3	63.3	73.0
10.0	-3.09	65.4	0.12	51.2	54.7	59.5	66.6	79.4
10.5	-3.09	66.1	0.12	52.4	56.3	61.6	69.9	86.3
11.0	-3.09	66.9	0.12	53.6	57.8	63.6	73.0	93.4
11.5	-3.09	67.6	0.12	54.8	59.1	65.4	75.6	99.2
12.0	-3.09	68.3	0.12	56.0	60.4	66.9	77.6	102.9
12.5	-3.09	69.0	0.12	57.3	61.8	68.3	79.0	103.8

Table 7/ Tabela 7 - Parameters L, M, and S and WC (cm) smoothed z-scores by age for boys (13 - 18.5 years)/ Parâmetros L, M e S e z-scores suavizados para o PC (cm) por idade de rapazes (13 – 18.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	z=-2	z=-1	z=0	z=1	z=2
13.0	-3.09	69.7	0.11	58.8	63.3	69.7	80.1	102.5
13.5	-3.09	70.4	0.11	60.4	64.9	71.1	80.9	100.5
14.0	-3.09	71.1	0.11	62.1	66.5	72.5	81.6	98.7
14.5	-3.09	71.8	0.10	63.6	67.9	73.7	82.3	97.5
15.0	-3.09	72.5	0.10	65.0	69.3	74.9	83.1	97.0
15.5	-3.09	73.1	0.10	66.2	70.4	76.0	84.0	97.1
16.0	-3.09	73.7	0.09	58.8	63.3	69.7	80.1	102.5
16.5	-3.09	74.3	0.09	60.4	64.9	71.1	80.9	100.5
17.0	-3.09	74.9	0.09	62.1	66.5	72.5	81.6	98.7
17.5	-3.09	75.5	0.09	63.6	67.9	73.7	82.3	97.5
18.0	-3.09	76.0	0.09	65.0	69.3	74.9	83.1	97.0
18.5	-3.09	76.5	0.08	66.2	70.4	76.0	84.0	97.1

Table 8/ Tabela 8 - Parameters L, M, and S and WC (cm) smoothed z-scores by age for girls (6 – 12.5 years)/ Parâmetros L, M e S e z-scores suavizados para o PC (cm) por idade de raparigas (6 – 12.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	z=-2	z=-1	z=0	z=1	z=2
6.0	-2.51	58.1	0.11	49.1	53.0	58.1	65.7	78.5
6.5	-2.51	59.1	0.11	50.5	54.5	60.0	68.2	82.4
7.0	-2.51	60.0	0.11	52.2	56.5	62.3	71.1	86.6
7.5	-2.51	61.1	0.11	53.8	58.2	64.3	73.5	89.9
8.0	-2.51	62.3	0.11	54.4	58.9	65.1	74.4	91.1
8.5	-2.51	63.5	0.11	54.6	59.2	65.3	74.5	91.0
9.0	-2.51	64.3	0.11	55.4	59.9	66.1	75.2	91.2
9.5	-2.51	64.8	0.11	49.1	53.0	58.1	65.7	78.5
10.0	-2.51	65.1	0.11	50.5	54.5	60.0	68.2	82.4
10.5	-2.51	65.2	0.11	52.2	56.5	62.3	71.1	86.6
11.0	-2.51	65.3	0.11	53.8	58.2	64.3	73.5	89.9
11.5	-2.51	65.6	0.11	54.4	58.9	65.1	74.4	91.1
12.0	-2.51	66.1	0.11	54.6	59.2	65.3	74.5	91.0
12.5	-2.51	66.7	0.11	55.4	59.9	66.1	75.2	91.2

Table 9/ Tabela 9 - Parameters L, M, and S and WC (cm) smoothed z-scores by age for girls (13 – 18.5 years)/ Parâmetros L, M e S e z-scores suavizados para o PC (cm) por idade de raparigas (13 – 18.5 anos)

Age (years)/ Idade (anos)	L	M	S	z=-2	z=-1	z=0	z=1	z=2
13.0	-2.51	67.4	0.11	56.7	61.3	67.4	76.5	92.0
13.5	-2.51	68.1	0.11	58.0	62.6	68.7	77.6	92.6
14.0	-2.51	68.7	0.11	59.1	63.6	69.7	78.4	92.8
14.5	-2.51	69.2	0.10	59.9	64.4	70.4	78.9	92.7
15.0	-2.51	69.7	0.10	60.4	64.8	70.7	79.0	92.3
15.5	-2.51	70.1	0.10	60.7	65.1	70.8	78.9	91.6
16.0	-2.51	70.4	0.10	56.7	61.3	67.4	76.5	92.0
16.5	-2.51	70.6	0.10	58.0	62.6	68.7	77.6	92.6
17.0	-2.51	70.7	0.10	59.1	63.6	69.7	78.4	92.8
17.5	-2.51	70.8	0.10	59.9	64.4	70.4	78.9	92.7
18.0	-2.51	70.8	0.09	60.4	64.8	70.7	79.0	92.3
18.5	-2.51	70.9	0.09	60.7	65.1	70.8	78.9	91.6

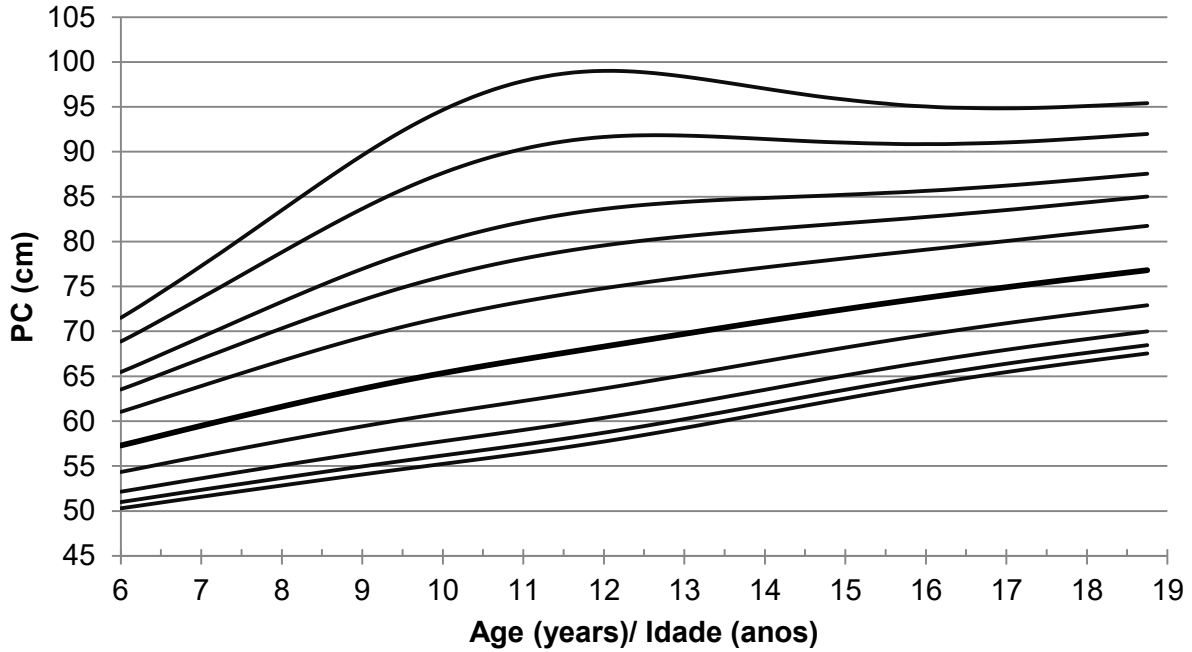


Figure 1/ Figura 1 – WC smoothed percentile curves (p3, p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90, p95 and p97) for boys of RAM from age 6 to 18 years/ Curvas de percentis suavizadas (p3, p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90, p95 e p97) do PC para a idade de rapazes dos 6 aos 18 anos da RAM



Figure 2/ Figura 2 – WC smoothed percentile curves (p3, p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90, p95 and p97) for girls of RAM from age 6 to 18 years/ Curvas de percentis suavizadas (p3, p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90, p95 e p97) do PC para a idade de raparigas dos 6 aos 18 anos da RAM

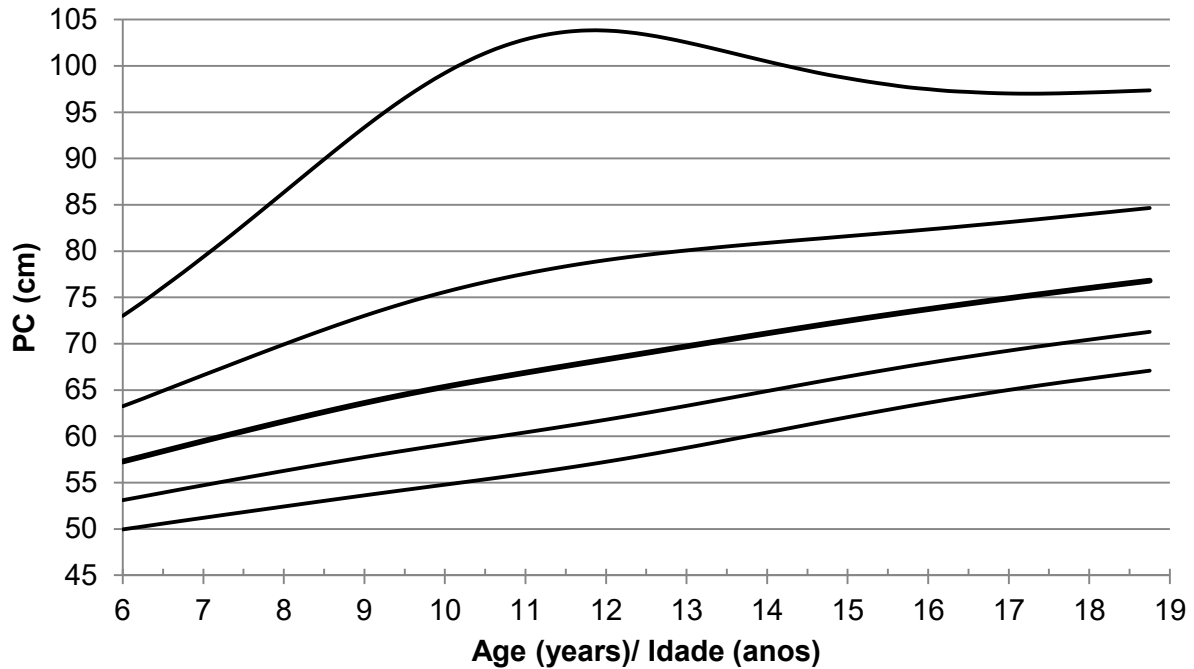


Figure 3/ Figura 3 – WC smoothed z-scores curves (-2, -1, 0, 1 and 2) for boys of RAM from age 6 to 18 years/ Curvas de z-scores suavizadas (-2, -1, 0, 1 e 2) do PC para a idade de rapazes dos 6 aos 18 anos da RAM

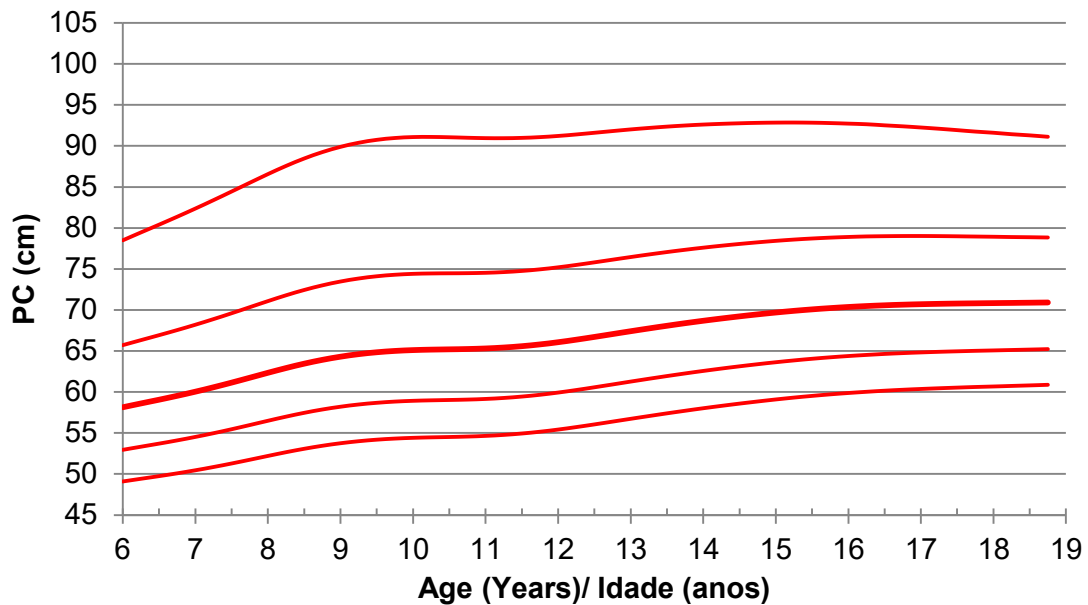


Figure 4/ Figura 4 – WC smoothed z-scores curves (-2, -1, 0, 1 and 2) for girls of RAM from age 6 to 18 years/ Curvas de z-scores suavizadas (-2, -1, 0, 1 e 2) do PC para a idade de raparigas dos 6 aos 18 anos da RAM

Table 10/ Tabela 10 – WC Mean and SD (crude) by age and gender/ Média e DP de PC (em bruto) por idade e sexo

Age (years)/ Idade (anos)	WC (cm)	
	Boys/ rapazes	Girls/ raparigas
6-6.5	58.99 (6.87)	58.99 (6.87)
6.5 - 7	59.74 (5.69)	59.74 (5.69)
7 - 7.5	61.26 (8.01)	61.26 (8.01)
7.5 - 8	62.24 (8.72)	62.24 (8.72)
8 - 8.5	64.19 (8.99)	64.19 (8.99)
8.5 - 9	64.51 (9.12)	64.51 (9.12)
9 - 9.5	68.61 (10.47)	68.61 (10.47)
9.5 - 10	69.30 (10.64)	69.30 (10.64)
10 - 10.5	68.46 (10.96)	68.46 (10.96)
10.5 - 11	68.35 (10.15)	68.35 (10.15)
11 - 11.5	68.52 (8.65)	68.52 (8.65)
11.5 - 12[72.27 (10.84)	72.27 (10.84)
12 - 12.5	70.43 (11.35)	70.43 (11.35)
12.5 - 13	71.70 (9.85)	71.70 (9.85)
13 - 13.5	70.70 (8.56)	70.70 (8.56)
13.5 - 14	73.17 (10.57)	73.17 (10.57)
14 - 14.5	74.18 (9.97)	74.18 (9.97)
14.5 - 15	73.71 (9.04)	73.71 (9.04)
15 - 15.5	74.86 (8.41)	74.86 (8.41)
15.5 - 16	74.89 (7.80)	74.89 (7.80)
16 - 16.5	75.09 (8.12)	75.09 (8.12)
16.5 - 17	75.98 (9.49)	75.98 (9.49)
17 - 17.5	77.55 (8.03)	77.55 (8.03)
17.5 - 18	76.84 (7.42)	76.84 (7.42)
18 - 18.5	77.07 (7.84)	77.07 (7.84)
18.5 - 19	78.22 (9.65)	78.22 (9.65)

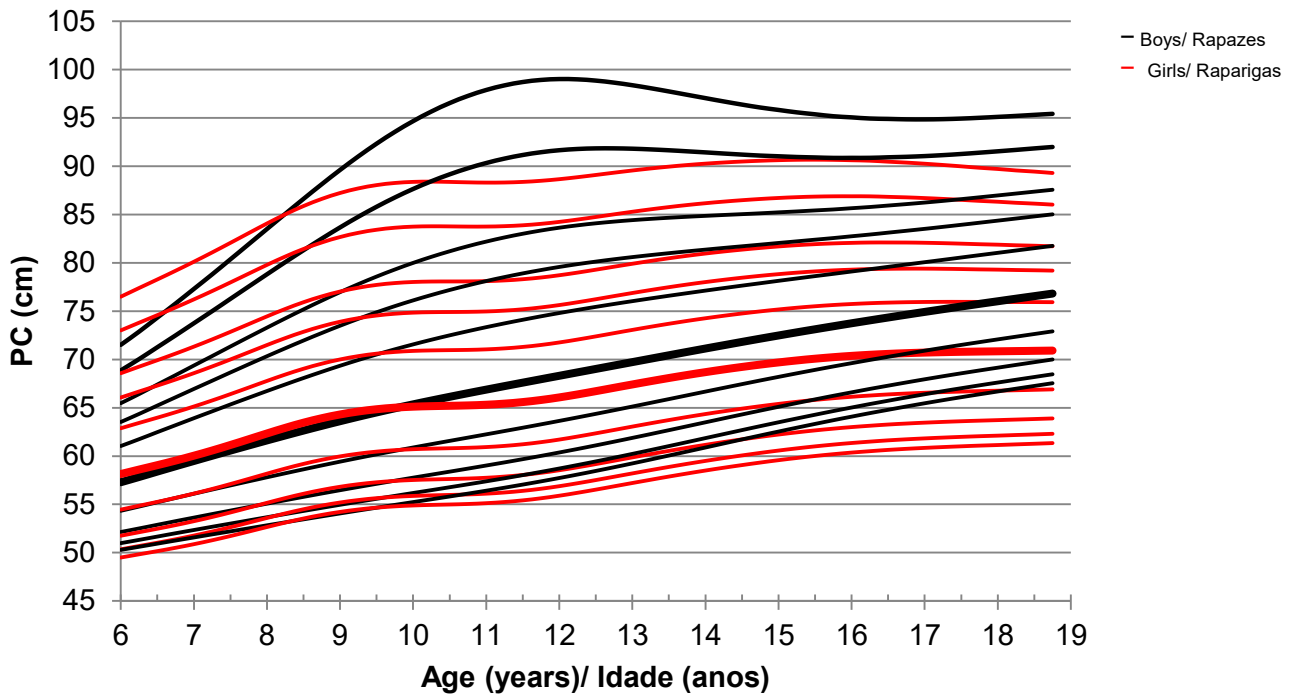


Figure 5/ Figura 5 – WC smoothed percentile curves (p3, p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90, p95 and p97) by age of of RAM boys and girls/ Curvas de percentis suavizadas (p3, p5, p10, p25, p50, p75, p85, p90, p95 e p97) do PC para a idade de rapazes e raparigas da RAM

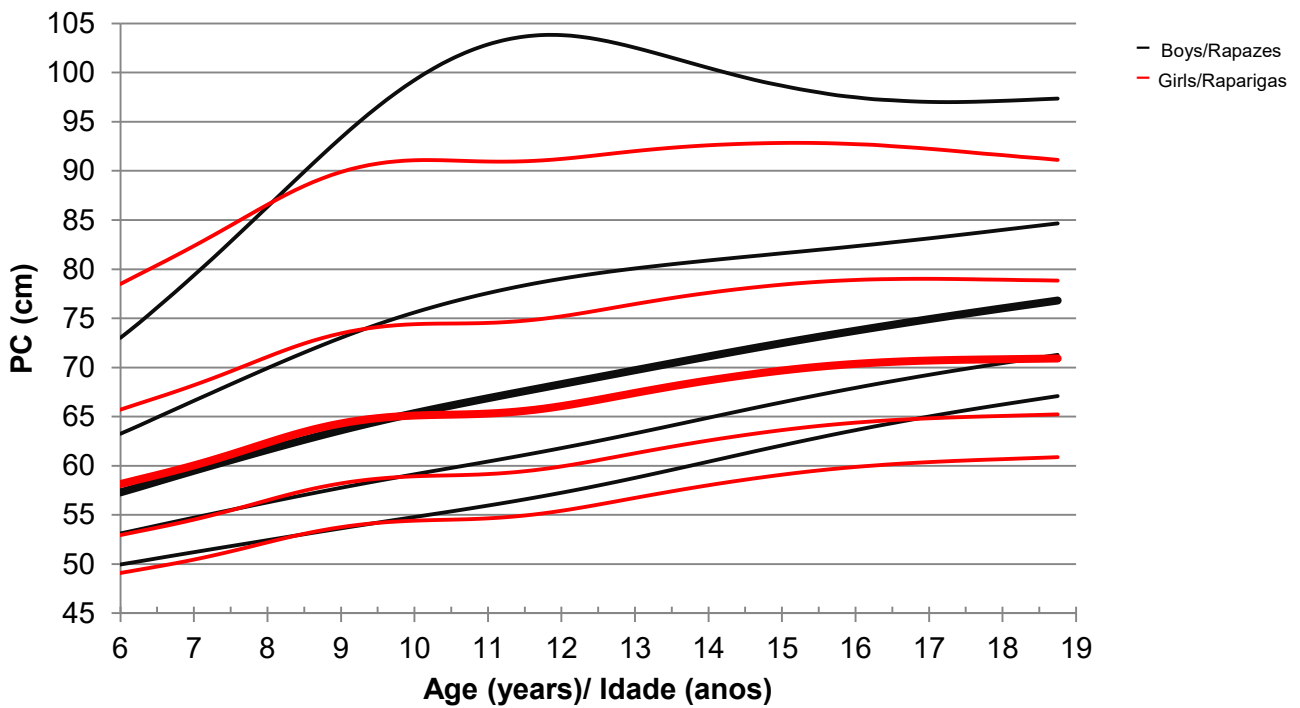


Figure 6/ Figura 6 – WC smoothed z-scores curves (-2, -1, 0, 1 and 2) by age of RAM boys and girls of / Curvas de z-scores suavizadas (-2, -1, 0, 1 e 2) do PC para a idade de rapazes e raparigas da RAM

Discussion

According to the WHO recommendation⁽²¹⁾, we developed anthropometric references for the RAM population between 6 and 18 years of age, and it is relevant to compare them with those developed for other population groups⁽²²⁻²⁴⁾ that have been used by the health services and health professionals.

Considering the percentile curves, data from the British population⁽²²⁾, data from mainland Portugal⁽²³⁾ and the Autonomous Region of the Azores⁽²⁴⁾ were used. Taking into account the existing data, this comparison with the British curves was only possible until the age of 17, with those from mainland Portugal from 10 to 18 years, and those of the Autonomous Region of the Azores from 15 to 18 years.

To illustrate the parallelism between the different percentile curves, the percentiles 5, 50, 90 and 95 were used for both genders, since they are common cut-off points in the literature.

Analyzing the percentiles curves for both genders, we find that the references of the RAM are similar to those of mainland Portugal, much lower than those of the RAA and higher than the British. The differences are sometimes greater than 10 cm, which can lead to different diagnoses, depending on the anthropometric reference used (Figures 7 and 8).

Discussão

De acordo com o preconizado pela OMS⁽²¹⁾, desenvolvemos referências antropométricas para a população da RAM entre os 6 e os 18 anos, sendo pertinente compará-las com as que foram desenvolvidas para outros grupos populacionais⁽²²⁻²⁴⁾ e têm sido utilizadas pelos serviços e profissionais de saúde da RAM.

Considerando as curvas de percentis, foram usados os dados da população britânica⁽²²⁾, os dados de Portugal Continental⁽²³⁾ e da Região Autónoma dos Açores⁽²⁴⁾. Tendo em conta os dados existentes, esta comparação com as curvas britânicas só foi possível até aos 17 anos, com as de Portugal Continental dos 10 aos 18 anos e com as da Região Autónoma dos Açores dos 15 aos 18 anos.

Para ilustrar o paralelismo entre as diferentes curvas de percentis, foram utilizados os percentis 5, 50, 90 e 95, para ambos os sexos, por serem pontos de corte comuns na literatura.

Analisando as curvas de percentis para ambos os sexos, verificamos que as referências da RAM são semelhantes às de Portugal Continental, muito inferiores às da RAA e superiores às britânicas. As diferenças chegam por vezes a ser superiores a 10cm, o que pode conduzir a diferentes diagnósticos, dependendo da referência antropométrica que se utiliza (Figuras 7 e 8).

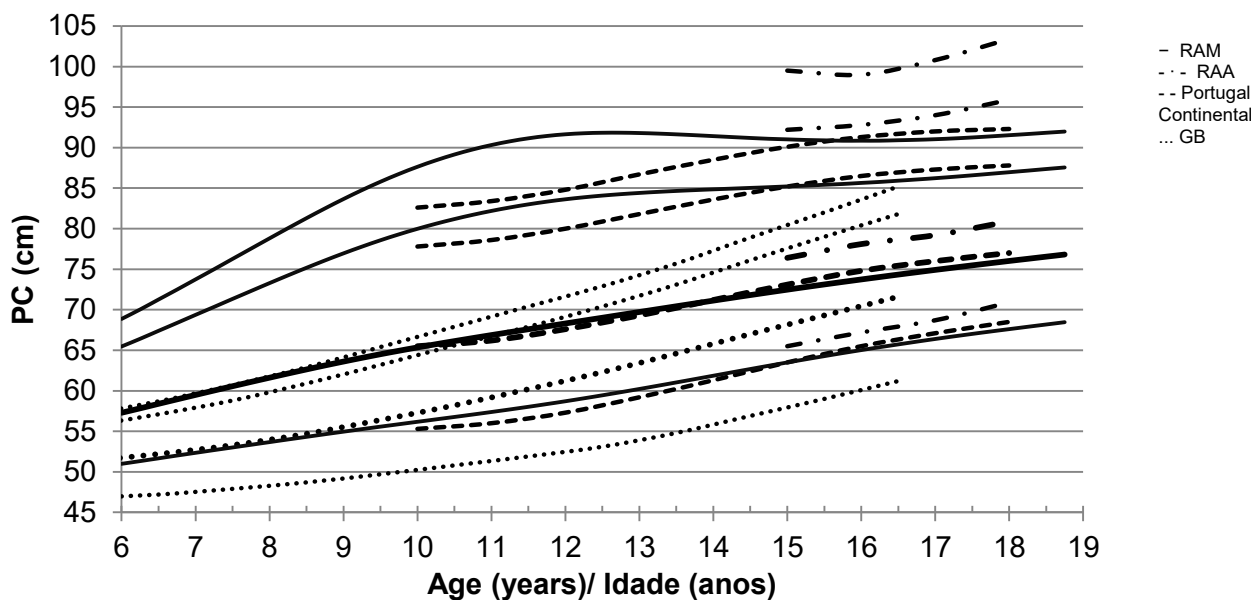


Figure 7/ Figura 7 - Comparison between the WC smoothed percentile curves (p5, p50, p90 and p95) by age of boys from RAM, RAA, mainland Portugal, and GB/ Comparação entre as curvas de percentis suavizadas (p5, p50, p90 e p95) do PC para a idade de rapazes da RAM, da RAA, de Portugal Continental e da GB

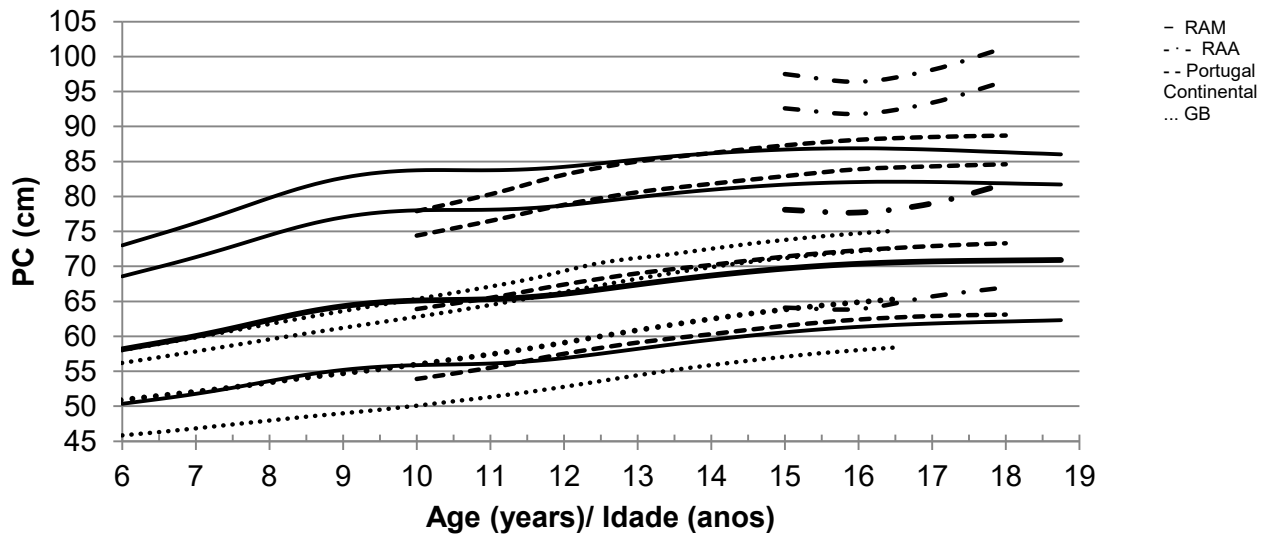


Figure 8/ Figura 8 - Comparison between the WC smoothed percentile curves (p5, p50, p90 and p95) by age of girls from RAM, RAA, mainland Portugal, and GB/ Comparação entre as curvas de percentis suavizadas (p5, p50, p90 e p95) do PC para a idade de raparigas da RAM, da RAA, de Portugal Continental e da GB

Considering the comparisons established between these RAM data and those of the anthropometric references in use, we can verify that for the WC, the RAM references are similar to those determined for the population of mainland Portugal, but very different from the Azorean population and the British population. These disparities may be related to the increase of excess weight in the other Portuguese autonomous region or even to the characteristics of that population, with genetic and environmental factors involved, whereas the differences with respect to the British data can be attributed to the fact that more than 15 years elapsed between the collection of these two sets of data.

This study thus fills the gap with regard to the non-existence of WC references for children and adolescents of the RAM, since the other studies carried out in Portugal include data from mainland Portugal or the Azores but not children and adolescents from RAM,

The existence of these reference parameters, developed from a representative sample of the RAM population, more accurately reflects the characteristics of these children and young people. In this way, they can be used as representative instruments of the population to which they are addressed, replacing those based on other population groups, since there are morphological differences between different geographic areas caused either by genetic influences or by the action of several environmental factors such as food and nutrition.

This research may have great significance in the public health of RAM since the anthropometric references that we develop are an additional instrument for health pro-

Comparando os dados do presente estudo com os das referências antropométricas em uso, podemos verificar que para o PC, as referências da RAM são semelhantes às determinadas para a população de Portugal Continental, mas muito diferentes da população açoriana e da população britânica. Estas disparidades podem estar relacionadas com o crescente aumento do excesso de peso na outra região autónoma portuguesa ou até com as próprias características daquela população, estando envolvidos fatores genéticos e ambientais, enquanto que a diferença que encontramos relativamente aos dados britânicos, pode ser atribuída ao facto de existirem mais de quinze anos entre a recolha destes dois conjuntos de dados.

Este estudo vem assim preencher uma grande lacuna, uma vez que os estudos desenvolvidos em Portugal incluem dados de Portugal Continental ou da Região Autónoma dos Açores, mas não incluem crianças e jovens da RAM.

A existência destes parâmetros de referência, desenvolvidos a partir de uma amostra representativa da população da RAM, refletem com maior exatidão as características destas crianças e jovens. Desta forma, poderão ser usados como instrumentos representativos da população a que se destinam, em substituição dos baseados em outro tipo de populações, dado que são conhecidas as diferenças morfológicas entre diferentes áreas geográficas quer por influências genéticas quer pela ação de diversos fatores ambientais, como a alimentação e a nutrição.

Esta investigação pode ter grande significado na saúde

professionals to evaluate the growth and nutritional status and health, as well as the cardiometabolic risk of children and adolescents of RAM.

Conflict of interests

The authors declare that they do not have any type of relationship likely to have a potential conflict of interest.

pública da RAM já que as referências antropométricas que desenvolvemos constituem um instrumento adicional para os profissionais de saúde avaliarem o crescimento e o estado nutricional e de saúde, assim como o risco cardiometabólico das crianças e jovens da RAM.

Conflito de interesses

Os autores declaram que não têm nenhum tipo de relacionamento susceptível de ter um potencial conflito de interesses.

References / Referências

- (1) Sousa B. The anthropometry in nutritional and growth assessment of children and adolescents. *Biomed Biopharm Res* 2017; (14) 2:125-142.
- (2) McCarthy HD, Ellis SM, Cole TJ. Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: cross sectional surveys of waist circumference. *BMJ* 2003 Mar 22;326(7390):624-7.
- (3) Beck CC, Lopes Ada R, Pitanga FJ. Anthropometric indicators as predictors of high blood pressure in adolescents. *Arq Bras Cardiol* 2001 Feb;96(2):126-33.
- (4) Oliveira RG, Guedes DP. Performance of anthropometric indicators as predictors of metabolic syndrome in Brazilian adolescents. *BMC Pediatr*. 2018 Feb 7;18(1):33.
- (5) Carneiro IB, Sampaio HA, Carioca AA, Pinto FJ, Damasceno NR. Old and new anthropometric indices as insulin resistance predictors in adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2014 Nov;58(8):838-43.
- (6) Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr* 2000;72:490-5.
- (7) Maffei C, Pietrobello A, Grezzani A, Provera S, Tato L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res* 2001 Mar;9(3):179-87.
- (8) Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *Am J Epidemiol* 2000 Dec 15;152(12):1179-84.
- (9) McCarthy HD, Ellis SM, Cole TJ. Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: cross sectional surveys of waist circumference. *BMJ* 2003 Mar 22;326(7390):624-7.
- (10) Goran MI, Gower BA. Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999 July;70(1):149S-56S.
- (11) Daniels SR, Morrison JA, Sprecher DL, Khoury P, Kimball TR. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Circulation* 1999 Feb 2;99(4):541-5.
- (12) McCarthy HD, Ellis SM, Cole TJ. Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: Cross sectional surveys of waist circumference. *BMJ* 2003 Mar 22;326(7390): 624.
- (13) Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among U.S. children and adolescents. *Pediatrics* 2006 Nov;118(5): e1390-8.
- (14) Brambilla P, Manzoni P, Sironi S, Simone P, Del Maschio A, di Natale B, Chiumello G. Peripheral and abdominal adiposity in childhood obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994 Dec;18(12):795-800.
- (15) Caprio S, Hyman LD, McCarthy S, Lange R, Bronson M, Tamborlane WV. Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intraabdominal fat depot. *Am J Clin Nutr* 1996 Jul;64(1):12-7.
- (16) Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentration in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1999 Feb;69(2):308-17.
- (17) Kirk J. Growth and nutritional assessment of children. In: Holden C, MacDonald A, editors. *Nutrition and Child Health*. London: Baillière Tindall;2000.p.161-76.
- (18) WHO: World Health Organization. Expert Committee. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO;1995.
- (19) WHO: World Health Organization. Expert Committee. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva: WHO;2000.
- (20) LMSChartMaker Light [programa informático]. Versão 2.76. Medical Research Council; 2012.
- (21) de Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr* 1996;64:650-8.
- (22) McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0 – 16.9 y. *Eur J Clin Nutr* 2001 Oct;55(10):902-7.
- (23) Sardinha LB, Santos R, Vale S, Coelho e Silva MJ, Raimundo AM, Moreira H, Baptista F, Mota J. Waist circumference percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10 to 18 years. *Eur J Pediatr* 2012 Mar;171(3):499-505.
- (24) Santos R, Moreira C, Ruiz JR, Vale S, Soares-Miranda L, Moreira P, Lopes L, Marques AI, Oliveira-Tavares A, Santos PC, Abreu S, Coelho-Silva MJ, Mota J. Reference curves for BMI, waist circumference and waist-to-height ratio for Azorean adolescents (Portugal). *Public Health Nutr*. 2011 Sep 7:1-7